

**Cyclic-deliv ry fuel inj ction yst m for combu tion ngine - employs two control valv in low-pre sure system supplying nozzle with fuel also during pre-injection p riod**

Patent  
Number: DE4118236

Publication  
date: 1991-12-12

Inventor(s): HEIMEL GERHARD DIPL ING (AT); MUHR WERNER (AT); SIMPERL JOHANN (AT); BUERGLER LUDWIG DIPL ING (AT); ERLACH HANS DIPL ING (AT); GILL DENIS WALTER DIPL ING (AT); HERZOG PETER DIPL ING DR TECHN (AT); NORABERG JOHN DIPL ING (AT); OFNER JOSEF DIPL ING (AT); ROKITA RALF DIPL ING (AT)

Applicant(s): AVL VERBRENNUNGSKRAFT MESSTECH (AT)

Requested  
Patent: ☐ DE4118236

Application  
Number: DE19914118236 19910604

Priority  
Number(s): AT19900001237 19900606

IPC  
Classification: F02M45/02; F02M57/02

EC  
Classification: F02M45/04, F02M45/06, F02M45/08, F02M57/02, F02M59/36D, F02M61/20B

Equivalents:

---

**Abstract**

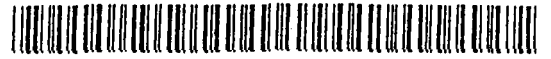
---

A pumping piston (2) is driven by a plunger (3) from e.g. the camshaft against the opposition of a spring (4), to expel fuel from a cylindrical chamber (21) through a control valve (14) into the tank (18) when another valve (13) controlling admission to the low-pressure system is closed. During this preinjection phase the pressure in the injection line (23) is maintained and the nozzle (6) injects fuel into the combustion chamber. The main injection phase sees both valves (13, 14) closed.

ADVANTAGE - Exhaust and noise emissions are reduced significantly by preinjection with exact setting of the fuel pressure.

---

Data supplied from the esp@cenet database - I2



⑬ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift  
⑩ DE 41 18 236 A 1

⑤ Int. Cl.<sup>5</sup>:  
F 02 M 45/02  
F 02 M 57/02

②① Aktenzeichen: P 41 18 236.7  
②② Anmeldetag: 4. 6. 91  
④③ Offenlegungstag: 12. 12. 91

DE 41 18 236 A 1

③③ Unionspriorität: ③② ③③ ③①  
06.06.90 AT 1237/90

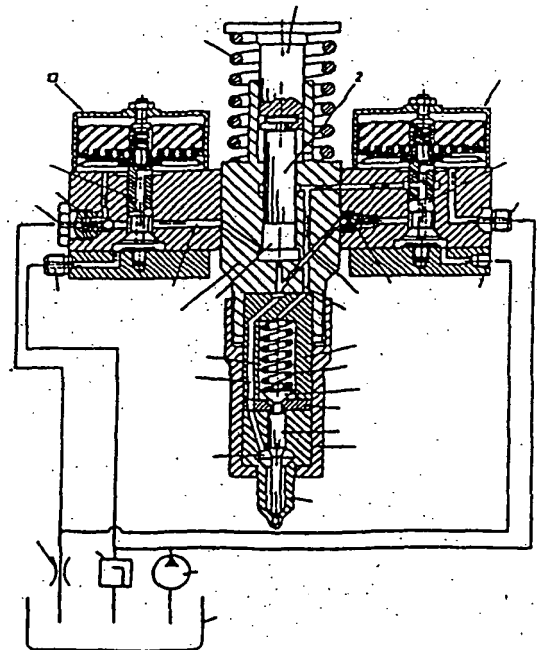
⑦① Anmelder:  
AVL Gesellschaft für Verbrennungskraftmaschinen  
und Meßtechnik m.b.H. Prof. Dr. Dr.h.c. Hans List,  
Graz, AT

⑦④ Vertreter:  
Katscher, H., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 6100 Darmstadt

⑦② Erfinder:  
Bürgler, Ludwig, Dipl.-Ing.; Erlach, Hans, Dipl.-Ing.,  
Graz, AT; Gill, Denis Walter, Dipl.-Ing., Hitzendorf,  
AT; Heimel, Gerhard, Dipl.-Ing.; Herzog, Peter,  
Dipl.-Ing. Dr.techn.; Muhr, Werner; Norberg, John,  
Dipl.-Ing.; Ofner, Josef, Dipl.-Ing.; Rokita, Ralf,  
Dipl.-Ing., Graz, AT; Simperl, Johann, Thal, AT

⑤④ Einspritzsystem für Brennkraftmaschinen

⑤⑦ Die Erfindung betrifft ein Einspritzsystem für Brennkraftmaschinen, das eine Voreinspritzung und eine anschließende Haupteinspritzung ermöglicht, mit einer kombinierten Pumpe-Düse, die einen Pumpenkolben (2) aufweist, der mechanisch vorzugsweise über einen Nocken betätigbar ist, wobei zur Steuerung des Spritzbeginnes ein Steuerventil (13, 34) vorgesehen ist. Um eine niedrige Schadstoff- und Geräuschemission zu erreichen, ist eine Einrichtung zur exakten Einstellung eines vorbestimmten Kraftstoffdruckes bei der Voreinspritzung vorgesehen.



DE 41 18 236 A 1

配付先  
粗製 (沼田主幹T)  
模研 (模研研所)  
長研 (内油研石田主幹)  
特許

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Einspritzsystem für Brennkraftmaschinen, das eine Voreinspritzung und eine anschließende Haupteinspritzung ermöglicht, mit einer kombinierten Pumpe-Düse, die einen Pumpenkolben aufweist, der mechanisch vorzugsweise über einen Nocken betätigbar ist, wobei zur Steuerung des Spritzbeginnes ein Steuerventil vorgesehen ist.

Aus der EP-A 3 15 564 ist ein Einspritzsystem bekannt, bei dem ein Kolben über einen Nocken betätigt wird. Weiters ist ein Steuerventil vorgesehen, das in seiner geöffneten Stellung die Einspritzleitung mit dem Leckölanschluß verbindet, wodurch das Einspritzende exakt eingestellt werden kann. Um eine Voreinspritzung zu ermöglichen, ist eine Ausgleichskammer vorgesehen, die über eine gewisse Zeit hinweg Kraftstoff aufnehmen kann. Auf diese Weise wird der Einspritzdruck reduziert und somit eine Voreinspritzung ermöglicht.

Es ist jedoch mit dieser bekannten Einspritzdüse nicht möglich, den Einspritzdruck der Voreinspritzung und insbesondere die Dauer der Voreinspritzung festzulegen und zu beeinflussen.

Weiters sind Einspritzsysteme bekannt, bei denen ein Pumpenkolben über einen Nocken betätigt wird. Um den Beginn der Einspritzung in Abhängigkeit vom Motorzustand steuern zu können, ist dabei ein Steuerventil vorgesehen, das in seiner geöffneten Stellung die Einspritzleitung mit dem Leckölanschluß verbindet. Der Nocken ist dabei so ausgebildet, daß der Pumpenkolben bereits vor dem frühestmöglichen Einspritzzeitpunkt nach unten bewegt wird. Bis zum vorgesehenen Beginn der Einspritzung ist das Steuerventil geöffnet, sodaß der vom Pumpenkolben verdrängte Kraftstoff in das Leckölssystem überströmen kann. Durch das Schließen des Steuerventiles baut sich in der Einspritzleitung ein Druck auf, der schließlich zum Öffnen der Nadel führt.

Es ist mit solchen Systemen auch möglich, in gewissem Umfang eine Voreinspritzung durchzuführen. Dabei wird zunächst das Steuerventil für eine kurze Zeitspanne geschlossen, sodaß eine geringe Menge Kraftstoff unter einem relativ geringen Druck eingespritzt wird. Die Voreinspritzung wird durch das Öffnen des Steuerventiles beendet. Das neuerliche Schließen des Steuerventiles bewirkt die Haupteinspritzung.

Es hat sich herausgestellt, daß mit einem solchen System zwar eine Voreinspritzung durchführbar ist, daß jedoch die Schadstoffemission und Geräuschemission der mit diesem Einspritzsystem ausgestatteten Motoren weiter verbessert werden kann.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Einspritzsystem zu schaffen, das mittels einer Voreinspritzung eine deutlichere Reduktion der Abgas- und Geräuschemission von Motoren ermöglicht.

Erfindungsgemäß ist eine Einrichtung zur exakten Einstellung eines vorbestimmten Kraftstoffdruckes bei der Voreinspritzung sowie zur Steuerung der Dauer der Voreinspritzung vorgesehen. Es wurde von den Erfindern erkannt, daß einer der Nachteile der bekannten Einspritzsysteme auf dem zwischen Vor- und Haupteinspritzung stattfindendem Druckabfall und der daraus resultierenden Unterbrechung im Nadelhub beruht. Dieser Druckabfall wird dadurch verursacht, daß das Steuerventil beim bekannten Einspritzsystem für die Voreinspritzung nur sehr kurz schließt und wieder öffnet. Die erfindungsgemäße Einrichtung zur Einstellung des Kraftstoffdruckes ermöglicht es, zunächst über eine steile Flanke den vorbestimmten Voreinspritzdruck zu

erreichen und über eine weitere steile Flanke ohne einen dazwischenliegenden Druckabfall zum Haupteinspritzdruck zu gelangen. Man kann auf diese Weise sowohl die einzuspritzenden Kraftstoffmengen als auch den exakten Beginn von Voreinspritzung und Haupteinspritzung festlegen.

Es gibt zu jedem Motorzustand, d. h., zu jeder Kombination von Drehzahl und Last, einen bestimmten Verlauf der Optimaleinspritzrate mit dem für diesen Motorzustand ein optimaler Wirkungsgrad des Motors und eine niedrige Schadstoff- und Geräuschemission erzielt wird. Der Verlauf einer solchen Einspritzrate läßt sich in einem Diagramm darstellen, bei dem das eingespritzte Kraftstoffvolumen über den Kurbelwinkel aufgetragen ist. Wesentliche Bestimmungsgrößen dabei sind Zeitpunkt des Spritzbeginns, Zeitpunkt des Beginns der Haupteinspritzung, Dauer der Einspritzung und das während der Voreinspritzung und während der Haupteinspritzung eingespritzte Kraftstoffvolumen. Die vorliegende Erfindung ermöglicht es nun, diese Parameter weitgehend unabhängig von einander vorzugeben. Somit kann über eine Steuereinrichtung die in Abhängigkeit vom Motorzustand jeweils die optimalen Parameter einstellt, ein für jeden Betriebszustand der Brennkraftmaschine optimales Verhalten erreicht werden.

Vorzugsweise ist die Einrichtung zur exakten Einstellung eines vorbestimmten Kraftstoffdruckes mit dem Steuerventil verbunden, das als Ventil mit drei Schaltstellungen ausgeführt ist. Die drei Schaltstellungen des Ventils entsprechen der Ruhelage, der Voreinspritzung und der Haupteinspritzung.

Es ist günstig, wenn ein weiteres Steuerventil vorgesehen ist, das den Beginn der Haupteinspritzung steuert. Die für schnellaufende Motoren erforderlichen Schaltzeiten werden am einfachsten dadurch erreicht, daß zwei Steuerventile vorgesehen sind.

Auf besonders einfache Art können solche schnellen Schaltzeiten erreicht werden, wenn die Steuerventile als Magnetventile ausgebildet sind.

Nach einer besonders bevorzugten Ausführungsvariante der Erfindung ist vorgesehen, daß die Einrichtung zur Einstellung des Kraftstoffdruckes als Druckventil oder als Drosselorgan ausgebildet ist, das mit der Einspritzleitung in Verbindung steht und bei Anliegen eines vorbestimmten Druckes öffnet. Über ein solches Druckventil kann der Voreinspritzdruck in exakter Weise festgelegt werden. Auch mit einer einfachen Drossel ist eine solche Festlegung des Voreinspritzdruckes im wesentlichen möglich.

In weiterer Ausbildung dieser Ausführungsvariante ist vorgesehen, daß der Zylinderraum des Pumpenkolbens über eine erste Steuerleitung mit dem ersten Steuerventil in Verbindung steht und über eine zweite Steuerleitung über das Druckventil mit dem weiteren Steuerventil verbunden ist. Dabei wird durch das Schließen des ersten Steuerventiles die Voreinspritzung eingeleitet und durch das Schließen des zweiten Steuerventiles die Haupteinspritzung begonnen.

Eine besonders günstige und einfache Ausführungsvariante ist gegeben, wenn die Steuerventile mit dem Leckölssystem verbunden sind.

Nach einer anderen bevorzugten Ausführungsvariante der Erfindung ist vorgesehen, daß die Einrichtung zur Einstellung des Kraftstoffdruckes bei der Voreinspritzung als Druckspeicher ausgebildet ist, der mit dem Steuerventil verbunden ist. Die Voreinspritzung erfolge dabei mit dem vom Speicher bereitgestellten Druck. Der Pumpenkolben braucht sich zum Beginn der Vor-

einspritzung noch nicht notwendigerweise zu bewegen.

In weiterer Folge kann vorgesehen sein, daß die Düsennadel mit einem Kolben verbunden ist, dessen Zylinderraum in einer Stellung des Steuerventiles mit dem Druckspeicher verbunden ist, wogegen er in der anderen Stellung des Steuerventiles mit dem Leckölanschluß in Verbindung steht. In der Ruhelage hält dabei der auf den Kolben wirkende Speicherdruck die Düsennadel in ihrer geschlossenen Stellung. Erst wenn durch die Verbindung des Zylinderraumes mit dem Leckölanschluß diese Kraft auf die Nadel wegfällt, kann der auf die Druckstufe der Düsennadel wirkende Speicherdruck diese öffnen.

Der Zylinderraum des Kolbens ist bevorzugt als Federraum der die Düsennadel belastenden Feder ausgebildet.

Eine besonders einfache Ausführung ergibt sich, wenn ein weiteres Steuerventil vorgesehen ist, das über eine Steuerleitung mit dem Zylinderraum des Pumpenkolbens verbunden ist.

Um ein schnelles Schließen der Düsennadel zu bewirken und ein Nachtropfen wirksam zu verhindern, kann vorgesehen sein, daß der Zylinderraum des Pumpenkolbens über ein Gleichraum-Entlastungsventil mit dem Druckraum der Düsennadel in Verbindung steht. Dieses Gleichraum-Entlastungsventil wirkt in der Art eines Rückschlagventiles, das die Strömung des Kraftstoffes vom Zylinderraum des Pumpenkolbens in die Einspritzleitung ermöglicht. Fällt der Druck in diesem Zylinderraum durch Öffnung des Steuerventiles auf den Lecköldruck ab, so schließt dieses Gleichraum-Entlastungsventil. Durch seine spezielle Konstruktion wird bei diesem Schließvorgang eine geringe Kraftstoffmenge aus der Einspritzleitung angesaugt, sodaß auch in der Einspritzleitung der Druck sofort steil abfällt.

Im folgenden wird die Erfindung anhand der in den Figuren dargestellten Ausführungsbeispiele näher erläutert. Die Abbildungen zeigen schematisch:

Fig. 1 eine erste Ausführungsvariante des erfindungsgemäßen Einspritzsystemes, samt zugehöriger Kraftstoffversorgung,

Fig. 2 das Einspritzsystem von Fig. 1 in Ruhstellung,

Fig. 3 das System nach Fig. 1 bei Voreinspritzung und

Fig. 4 das System von Fig. 1 während der Haupteinspritzung.

Fig. 5 ist ein Diagramm, das für das in den Fig. 1 bis 4 dargestellte Einspritzsystem über die Zeitachse die Öffnung der Magnetventile, den Nadelhub und den Einspritzdruck angibt.

Fig. 6 zeigt eine zweite Ausführungsvariante des erfindungsgemäßen Einspritzsystemes samt zugehöriger Kraftstoffversorgung,

Fig. 7 das Einspritzsystem von Fig. 6 in Ruhstellung,

Fig. 8 das System nach Fig. 6 bei Voreinspritzung und

Fig. 9 das System von Fig. 6 während der Haupteinspritzung.

Fig. 10 ist ein Diagramm, das für das in den Fig. 6 bis 10 dargestellte Einspritzsystem über die Zeitachse die Öffnung der Magnetventile, den Nadelhub und den Einspritzdruck angibt.

Fig. 11 zeigt schematisch eine Ausführungsvariante mit einem Drei-Wege-Ventil.

Die Ausführungsvariante der Fig. 1 bis 4 besteht aus einem Pumpenkörper 1, der mit einer Einspritzdüse 5 über eine Überwurfmutter 10 fest verbunden ist. Im Pumpenkörper 1 ist ein Pumpenkolben 2 axial verschieblich gelagert, der über einen Stößel 3 von einer nicht dargestellten Nockenwelle betätigt werden kann.

Eine Feder 4 übt auf den Stößel 3 eine nach oben gerichtete Kraft aus. Die Düsennadel 6 wird von einer auf das Druckstück 7 wirkenden Feder 8 in Richtung ihrer Schließstellung belastet. Aus fertigungstechnischen Gründen sind zwischen der Einspritzdüse 5 und dem Pumpenkörper 1 die Bauteile 9a und 9b vorgesehen.

Seitlich am Pumpenkörper 1 sind die als Magnetventile ausgebildeten Steuerventile 13 und 14 angeordnet. Diese Steuerventile 13 und 14 werden über eine nicht dargestellte Steuerungseinrichtung über Stromimpulse geschaltet. Die Steuerzeitpunkte  $t_1$ ,  $t_2$  und  $t_3$  werden dabei in Abhängigkeit vom Motorzustand in einer vorbestimmten Weise ermittelt.

Das Einspritzsystem wird in an sich bekannter Weise über ein Niederdrucksystem mit Kraftstoff versorgt. Dieses besteht aus einer Vorpumpe 15, einem Druckventil 16 und einer Drossel 17, wodurch ein definierter Druck und ein definierter Durchfluß im Niederdrucksystem gewährleistet wird. Der Kraftstoff wird aus einem Vorratsbehälter 18 entnommen. Die Steuerventile 13 und 14 besitzen Anschlüsse 13a und 14a für den Vordruck und Leckölanschlüsse 13b und 14b. Der über die Anschlüsse 13a und 14a geförderte Kraftstoff dient neben der Füllung der Einspritzpumpe zur Kühlung der Steuerventile 13 und 14.

Der Kolben 39 des ersten Steuerventiles 13 ermöglicht in der geöffneten Stellung eine Verbindung der Leitung 22 mit dem Anschluß 13a für den Vordruck. In der geschlossenen Stellung des Steuerventiles 13 ist die Leitung 22 vom Anschluß 13a getrennt.

Der Kolben 40 des zweiten Steuerventils 14 stellt in seiner geöffneten Stellung eine Verbindung des Druckventiles 11 mit dem Leckölanschluß 14b des zweiten Steuerventiles 14 her. In der geschlossenen Stellung des Steuerventils 14 wird diese Verbindung unterbrochen.

Der Zylinderraum 21 des Pumpenkolbens 2 ist über eine erste Leitung 22 mit dem ersten Steuerventil 13 verbunden. Ein im Bereich dieser Leitung 22 vorgesehenes Überdruckventil 12 verhindert das Auftreten unzulässig großer Drücke. Im normalen Betrieb des Einspritzsystems ist dieses Ventil 12 stets geschlossen. Weiters geht vom Zylinderraum 21 die Einspritzleitung 23 aus, die in den Druckraum 19 der Düsennadel 6 mündet. Eine Abzweigung 24 der Einspritzleitung 23 ist über ein Druckventil 11 mit dem zweiten Steuerventil 14 verbunden. Der Federraum 20 der Feder 8 steht über eine weitere Leitung 25 mit dem Leckölsystem in Verbindung.

In Fig. 2 ist die Ruhstellung des Einspritzsystems dargestellt. In diesem Zustand ist die Ventilschließnadel 6 geschlossen und es wird gegebenenfalls der Zylinderraum 21 mit Kraftstoff gefüllt. Die Steuerventile 13 und 14 sind beide in geöffnetem Zustand. In der Fig. 2 sind die Leitungen und Hohlräume, die mit dem Niederdruck-Kraftstoff gefüllt sind, hervorgehoben dargestellt. Dieser Kraftstoff wird über die Anschlüsse 13a und 14a zugeführt und kann im wesentlichen im gesamten Einspritzsystem zirkulieren. Wenn sich im Anschluß an eine Einspritzung der Pumpenkolben 2 nach oben bewegt, so wird der Zylinderraum 21 mit diesem Kraftstoff aufgefüllt. Der überschüssige Kraftstoff verläßt über die Leckölanschlüsse 13b und 14b das Einspritzsystem.

In Fig. 3 ist der Zustand des Einspritzsystems während der Voreinspritzung dargestellt. Das erste Steuerventil 13 ist geschlossen. Der sich nach unten bewegende Pumpenkolben 2 kann nun den aus dem Zylinderraum 21 verdrängten Kraftstoff nicht mehr über die Leitung 22 in das Niederdrucksystem abführen. Der

Druck im Zylinderraum 21 und damit in der Einspritzleitung 23 steigt so lange, bis der Voreinspritzdruck erreicht ist und das Druckventil 11 öffnet. Über das Druckventil 11 wird so viel Kraftstoff über das zweite Steuerventil 14 in das Leckölsystem abgegeben, daß der Voreinspritzdruck im Zylinderraum 21 und der Einspritzleitung 23 erhalten bleibt. Die Düsen-nadel 6 öffnet und der Kraftstoff wird in den Brennraum der Brennkraftmaschine eingespritzt. In der Fig. 3 sind die unter Voreinspritzdruck stehenden Leitungen und Hohlräume hervorgehoben dargestellt.

In Fig. 4 ist der Zustand des Einspritzsystems während der Haupteinspritzung zu sehen. Beide Steuerventile 13 und 14 sind geschlossen. Der vom Pumpenkolben 2 verdrängte Kraftstoff kann nun auch nicht mehr über das Druckventil 11 in das Leckölsystem entweichen. Daher wird der gesamte, aus dem Zylinderraum 21 verdrängte Kraftstoff mit hohem Druck über die Einspritzleitung 23 und die Spritzöffnungen in den Brennraum der Brennkraftmaschine eingespritzt. In der Fig. 4 sind die unter Einspritzdruck stehenden Leitungen und Hohlräume hervorgehoben dargestellt.

In Fig. 5 ist in einem Diagramm der zeitliche Ablauf des Einspritzvorganges aufgetragen. Der Beginn des Einspritzvorganges wird zum Zeitpunkt  $t_1$  durch das Schließen des ersten Steuerventiles 13 festgelegt. Zu diesem Zeitpunkt muß sichergestellt sein, daß der Pumpenkolben 2 über den Stößel 3 bereits vom Nocken nach unten gedrückt wird. Der Einspritzdruck  $p_e$  steigt dabei bis zum Voreinspritzdruck  $p_{vor}$  an. Dieser Voreinspritzdruck  $p_{vor}$  ist lediglich vom Druckventil 11 abhängig. Die Steilheit des Anstieges  $i$  des Einspritzdruckes  $p_e$  hängt unter anderem von der jeweiligen Motordrehzahl  $n$  ab. Entsprechend dem Anstieg  $F_1$  des Einspritzdruckes  $p_e$  erreicht der Nadelhub  $h$  seinen durch einen Anschlag begrenzten Maximalwert.

Zum Zeitpunkt  $t_2$  schließt das Steuerventil 14, sodaß der Einspritzdruck  $p_e$  weiter ansteigen kann. Der erreichbare Maximaldruck  $p_{max}$  hängt unter anderem von der Motordrehzahl  $n$  ab. Der Nadelhub  $h$  verändert sich während des Überganges von der Voreinspritzung zur Haupteinspritzung nicht. Der Einspritzvorgang wird zum Zeitpunkt  $t_3$  durch das Öffnen des ersten Steuerventiles 13 beendet. Der Kraftstoff aus dem Zylinderraum 21 und der Einspritzleitung 23 kann nunmehr ungehindert in das Leckölsystem entweichen. Die Düsen-nadel 6 schließt unter Wirkung der Feder 8 unmittelbar im Anschluß. Das zweite Steuerventil 14 öffnet zu einem beliebigen Zeitpunkt nach dem Öffnen des ersten Steuerventiles 13.

In Fig. 6 ist eine weitere Ausführungsvariante eines erfindungsgemäßen Einspritzsystems dargestellt. Gleiche Teile sind dabei mit gleichen Bezugszeichen bezeichnet. Die Kraftstoffversorgung besitzt neben dem Niederdrucksystem das analog zu der Ausführungsvariante der Fig. 1 bis 4 ausgebildet ist, ein Mitteldrucksystem. Dieses Mitteldrucksystem besteht aus einer Hochdruckpumpe 26, einem Kraftstoffspeicher 27 und einem Druckregelventil 28. Der Kraftstoffspeicher 27 braucht dabei nicht notwendigerweise aus einem eigenen Bauteil bestehen. Er kann auch als Kraftstoffleitung mit entsprechend ausgeführtem Innendurchmesser ausgebildet sein. Das Druckregelventil 28 ist auf den gewünschten Voreinspritzdruck eingestellt.

Am Pumpenkörper 1 sind seitlich die Steuerventile 13 und 34 angebracht, wobei das Steuerventil 34 als 2/3-Wegventil ausgebildet ist. Der Kolben 29 des Steuerventiles 34 verbindet in einer Stellung den mittleren

Ringraum 31 mit dem oberen Ringraum 30 und in der anderen Stellung des Steuerventils 34 den mittleren Ringraum 31 mit dem unteren Ringraum 32. Der untere Ringraum 32 steht einerseits mit dem Anschluß 34c in Verbindung, an dem der Speicherdruck anliegt und andererseits über ein Rückschlagventil 33 und eine Verbindungsleitung 35 mit der Einspritzleitung 23 in Verbindung. Der mittlere Ringraum 31 ist mit einer Leitung 36 mit dem Federraum 20 der Feder 8 verbunden. Der obere Ringraum 30 steht mit dem Leckölsystem in Verbindung. Der Zylinderraum 21 des Pumpenkolbens 2 ist über ein Gleichraum-Entlastungsventil 37 mit der Einspritzleitung 23 verbunden.

In der Fig. 7 ist diese Ausführungsvariante in der Ruhestellung dargestellt. Das Steuerventil 13 ist geöffnet und das Steuerventil 34 befindet sich in der unteren Stellung. Der unter Speicherdruck stehende Kraftstoff gelangt über den Kraftstoffspeicher 27 und den Anschluß 34c in den unteren Ringraum 32. Weiter strömt dieser Kraftstoff über das Rückschlagventil 33, die Verbindungsleitung 35 und die Einspritzleitung 23 in den Druckraum 19 der Ventilmadel 6. Die Ventilmadel 6 kann jedoch nicht öffnen, da der Federraum 20 der Feder 8 auf der Oberseite der Ventilmadel 6 über die Leitung 36 und den mittleren Ringraum 31 mit dem gleichen Speicherdruck beaufschlagt ist. Dieser Speicherdruck wirkt auf die Rückseite der Ventilmadel 6, die als Kolben ausgebildet ist und die Nadel 6 in ihrer geschlossenen Stellung hält. Die unter Speicherdruck stehenden Hohlräume und Leitungen sind in der Fig. 7 hervorgehoben dargestellt. Die übrigen Hohlräume und Leitungen stehen unter Lecköldruck.

In Fig. 8 ist das Einspritzsystem während der Voreinspritzung dargestellt. Durch einen Stromimpuls ist das Steuerventil 34 in seine obere Stellung geschaltet. Das Steuerventil 13 ist nach wie vor geöffnet. Der Federraum 20 ist in diesem Zustand über die Leitung 36 und den mittleren Ringraum 31 mit dem oberen Ringraum 30 verbunden. Dieser ist über den Anschluß 34b mit dem Leckölsystem verbunden. Somit liegt auch im Federraum 20 Lecköldruck vor. Da die Ventilmadel 6 nunmehr druckentlastet ist, kann der nach wie vor im Druckraum 19 anliegende Speicherdruck die Düsen-nadel 6 öffnen und der Kraftstoff wird in den Brennraum eingespritzt. Das Gleichraum-Entlastungsventil 37 verhindert ein Ausströmen des Kraftstoffes aus der Einspritzleitung 23 in den Zylinderraum 21 des Pumpenkolbens 2. In Fig. 8 sind die unter Speicherdruck stehenden Hohlräume und Leitungen stark hervorgehoben dargestellt.

In Fig. 9 ist der Zustand des Einspritzsystems während der Haupteinspritzung dargestellt. Das Steuerventil 13 ist geschlossen und das Steuerventil 34 befindet sich in seiner oberen Stellung. Zum Beginn der Haupteinspritzung muß gewährleistet sein, daß der Pumpenkolben 2 bereits seine Abwärtsbewegung begonnen hat. Durch diese Abwärtsbewegung wird der Kraftstoff im Zylinderraum 21 verdichtet. Da ein Überströmen in das Leckölsystem durch das geschlossene Steuerventil 13 nicht möglich ist, wird das Gleichraum-Entlastungsventil 37 geöffnet und der Kraftstoff gelangt in die Einspritzleitung 23. Das Rückschlagventil 33 verhindert, daß der Kraftstoff über die Verbindungsleitung 35 entweichen kann. Das Ende der Haupteinspritzung wird durch das Öffnen des Steuerventiles 13 erreicht. Der Kraftstoff kann aus dem Zylinderraum 21 über die erste Leitung 22 in das Leckölsystem abströmen. Dadurch sinkt der Druck im Zylinderraum 21 sehr schnell auf den Lecköldruck ab. Der in der Einspritzleitung 23 unter

Einspritzdruck stehende Kraftstoff schließt im Zusammenwirken mit der Feder 38 des Gleichraum-Entlastungsventils 37 dieses, wobei durch die kolbenartige Bauweise dieses Gleichraum-Entlastungsventils 37 eine geringe Menge Kraftstoff aus der Einspritzleitung 23 angesaugt wird. Dadurch wird erreicht, daß auch in der Einspritzleitung 23 und damit im Druckraum 19 der Kraftstoffdruck sehr schnell absinkt und ein schnelles Schließen der Düsennadel 6 ohne Nachtropfen gewährleistet ist.

In Fig. 10 ist in einem Diagramm der zeitliche Ablauf des Einspritzvorganges aufgetragen. Der Beginn des Einspritzvorganges wird zum Zeitpunkt  $t_1$  durch das Umschalten des Steuerventils 34 festgelegt. Der Einspritzdruck  $p_e$  steigt dabei bis zum Voreinspritzdruck,  $p_{vor}$  an. Dieser Voreinspritzdruck  $p_{vor}$  entspricht dem Speicherdruck. Die Steilheit des Anstieges  $s_1$  des Einspritzdruckes ist dabei unabhängig von der Motordrehzahl  $n$ . Entsprechend dem Anstieg  $F_1$  des Einspritzdruckes  $p_e$  erreicht der Nadelhub  $h$  seinen durch einen Anschlag begrenzten Maximalwert.

Zum Zeitpunkt  $t_2$  schließt das Steuerventil 13, sodaß der Einspritzdruck  $p_e$  weiter ansteigen kann. Der erreichbare Maximalwert  $p_{max}$  hängt unter anderen von der Motordrehzahl  $n$  ab. Der Nadelhub  $h$  verändert sich während des Überganges von der Voreinspritzung zur Haupteinspritzung nicht. Zu einem beliebigen Zeitpunkt während der Haupteinspritzung wird das Steuerventil 34 wieder in seine ursprüngliche Lage umgeschaltet. Wenn zum Zeitpunkt  $t_3$  der Einspritzvorgang durch das Öffnen des Steuerventils 13 beendet wird, so unterstützt der im Federraum 20 anliegende Speicherdruck das Schließen der Düsennadel 6. Der Schließvorgang wird auf diese Weise beschleunigt und ein Nachtropfen wird wirksam verhindert.

Aus Fig. 11 ist in schematischer Art zu ersehen, daß das Steuerventil 41, das als Drei-Wege-Ventil ausgebildet ist, zwei Eingänge aufweist, die über die Verbindungen 42 und 43 mit dem Zylinderraum 21 bzw. mit dem Druckventil 11 zusammenhängen. Der Ausgang des Steuerventils 41 ist über die Verbindung 44 ans Leckölssystem angeschlossen. Mit den Symbolen 45a, 45b und 45c sind die Ruhestellung, die Stellung bei Voreinspritzung und die Stellung bei Haupteinspritzung gekennzeichnet. In der Ruhestellung (Symbol 45a) ist sowohl der Zylinderraum 21 als auch das Druckventil 11 mit dem Leckölssystem verbunden. Bei der Voreinspritzung (Symbol 45b) bleibt das Druckventil 11 mit dem Leckölssystem verbunden, wogegen die Verbindung 42 unterbrochen wird. Für die Haupteinspritzung (Symbol 45c) sind sowohl die Verbindung 42 als auch die Verbindung 43 unterbrochen. Mit 46a und 46b sind schematische Federn angedeutet, die die Funktion des Steuerventils 41 ermöglichen. Dieses Steuerventil 41 kann dabei so aufgebaut sein, daß durch einen relativ schwachen Impuls zunächst eine Umschaltung von der Ruhestellung in die Stellung der Voreinspritzung gegen den Widerstand der Feder 46b bewirkt wird. Durch einen stärkeren elektrischen Impuls kann gegen den gemeinsamen Widerstand der Federn 46a und 46b die Haupteinspritzstellung erreicht werden.

#### Patentansprüche

1. Einspritzsystem für Brennkraftmaschinen, das eine Voreinspritzung und eine anschließende Haupteinspritzung ermöglicht, mit einer kombinierten Pumpe-Düse, die einen Pumpenkolben aufweist,

der mechanisch vorzugsweise über einen Nocken betätigbar ist, wobei zur Steuerung des Spritzbegriffes ein Steuerventil vorgesehen ist, dadurch gekennzeichnet, daß eine Einrichtung zur exakten Einstellung eines vorbestimmten Kraftstoffdruckes bei der Voreinspritzung sowie zur Steuerung der Dauer der Voreinspritzung vorgesehen ist.

2. Einspritzsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Einrichtung zur exakten Einstellung eines vorbestimmten Kraftstoffdruckes mit dem Steuerventil (41) verbunden ist, das als Ventil mit drei Schaltstellungen ausgeführt ist.

3. Einspritzsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß ein weiteres Steuerventil (13, 14) vorgesehen ist, das den Beginn der Haupteinspritzung steuert.

4. Einspritzsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuerventile (13, 14) als Magnetventile ausgebildet sind.

5. Einspritzsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Einrichtung zur Einstellung des Kraftstoffdruckes als Druckventil (11) oder als Drosselorgan ausgebildet ist, das mit der Einspritzleitung (23) in Verbindung steht und bei Anliegen eines vorbestimmten Druckes öffnet.

6. Einspritzsystem nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Zylinderraum (21) des Pumpenkolbens (2) über eine erste Steuerleitung (22) mit dem ersten Steuerventil (13) in Verbindung steht und über eine zweite Steuerleitung (24) über das Druckventil (11) oder dem Drosselorgan mit dem weiteren Steuerventil (14) verbunden ist.

7. Einspritzsystem nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuerventile (13, 14) mit dem Leckölssystem verbunden sind.

8. Einspritzsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Einrichtung zur Einstellung des Kraftstoffdruckes bei der Voreinspritzung als Druckspeicher (27) ausgebildet ist, der mit dem Steuerventil (34) verbunden ist.

9. Einspritzsystem nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Düsennadel (6) mit einem Kolben verbunden ist, dessen Zylinderraum in einer Stellung des Steuerventils (34) mit dem Druckspeicher (27) verbunden ist, wogegen er in der anderen Stellung des Steuerventils (34) mit dem Leckölanschluß (34b) in Verbindung steht.

10. Einspritzsystem nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, daß ein weiteres Steuerventil (13) vorgesehen ist, das über eine Steuerleitung (21) mit dem Zylinderraum des Pumpenkolbens (2) verbunden ist.

11. Einspritzsystem nach einem der Ansprüche 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Zylinderraum des Pumpenkolbens (2) über ein Gleichraum-Entlastungsventil (37) mit dem Druckraum (19) der Düsennadel (6) in Verbindung steht.

Hierzu 11 Seite(n) Zeichnungen

Fig. 1

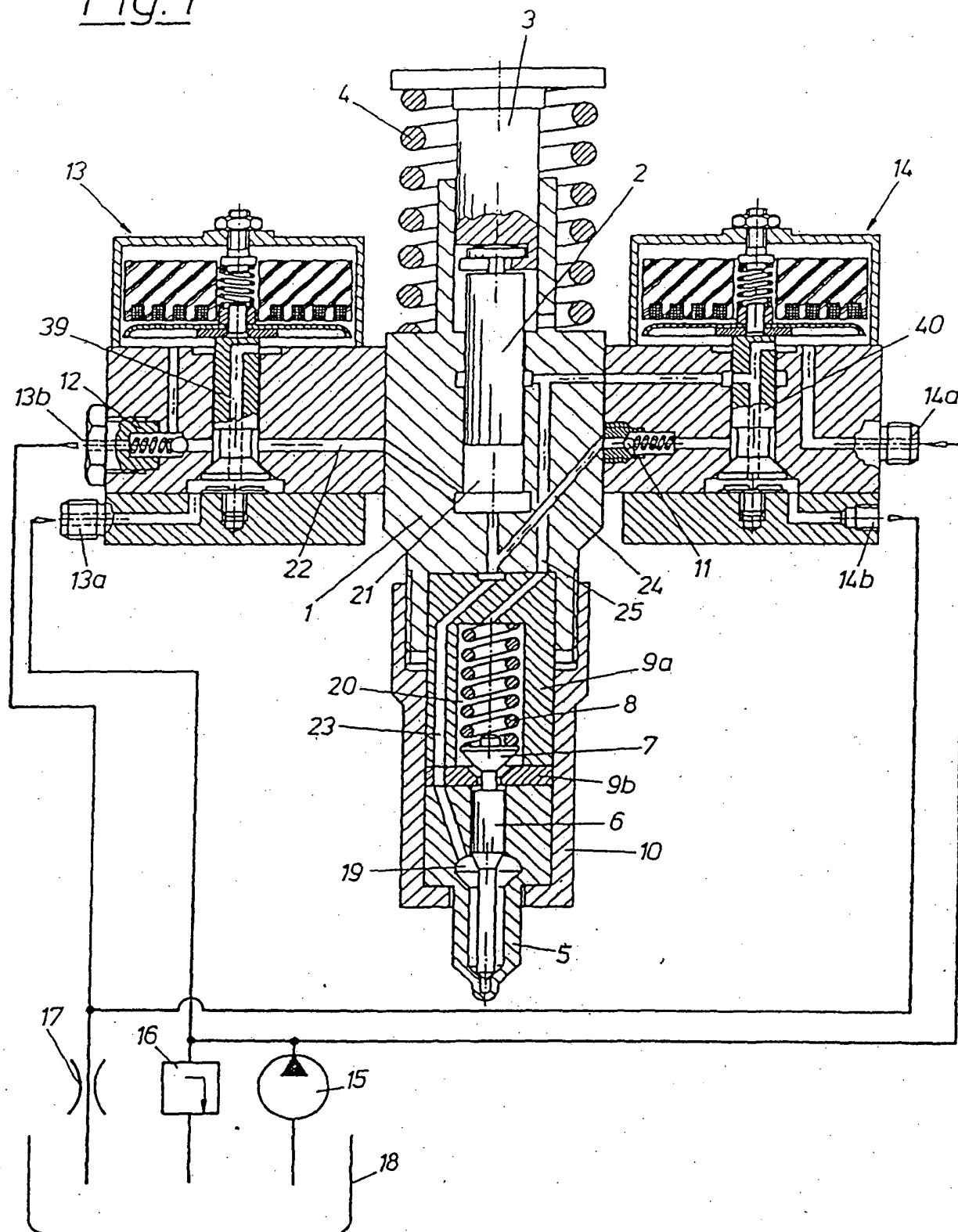


Fig. 2

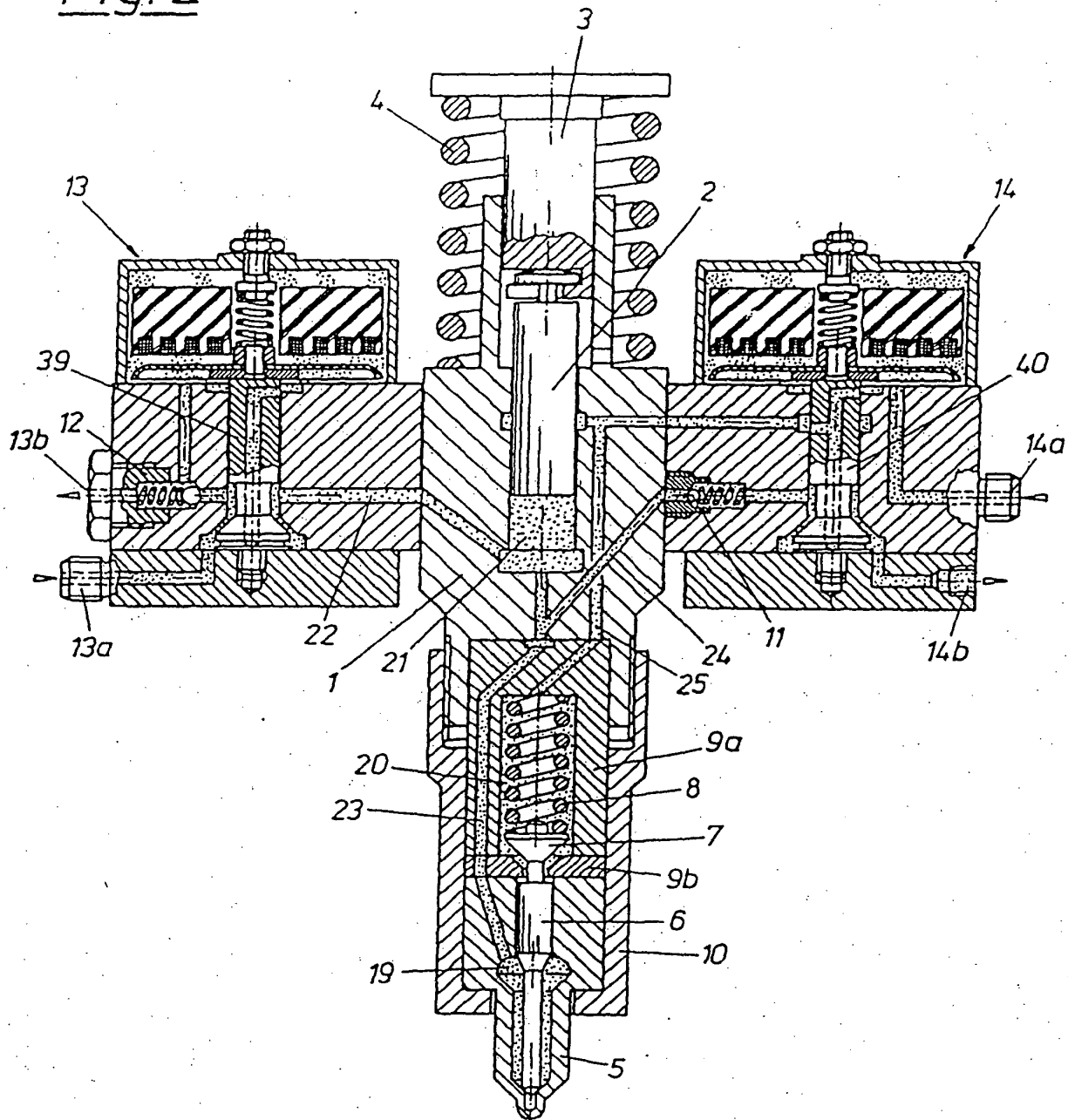




Fig. 3

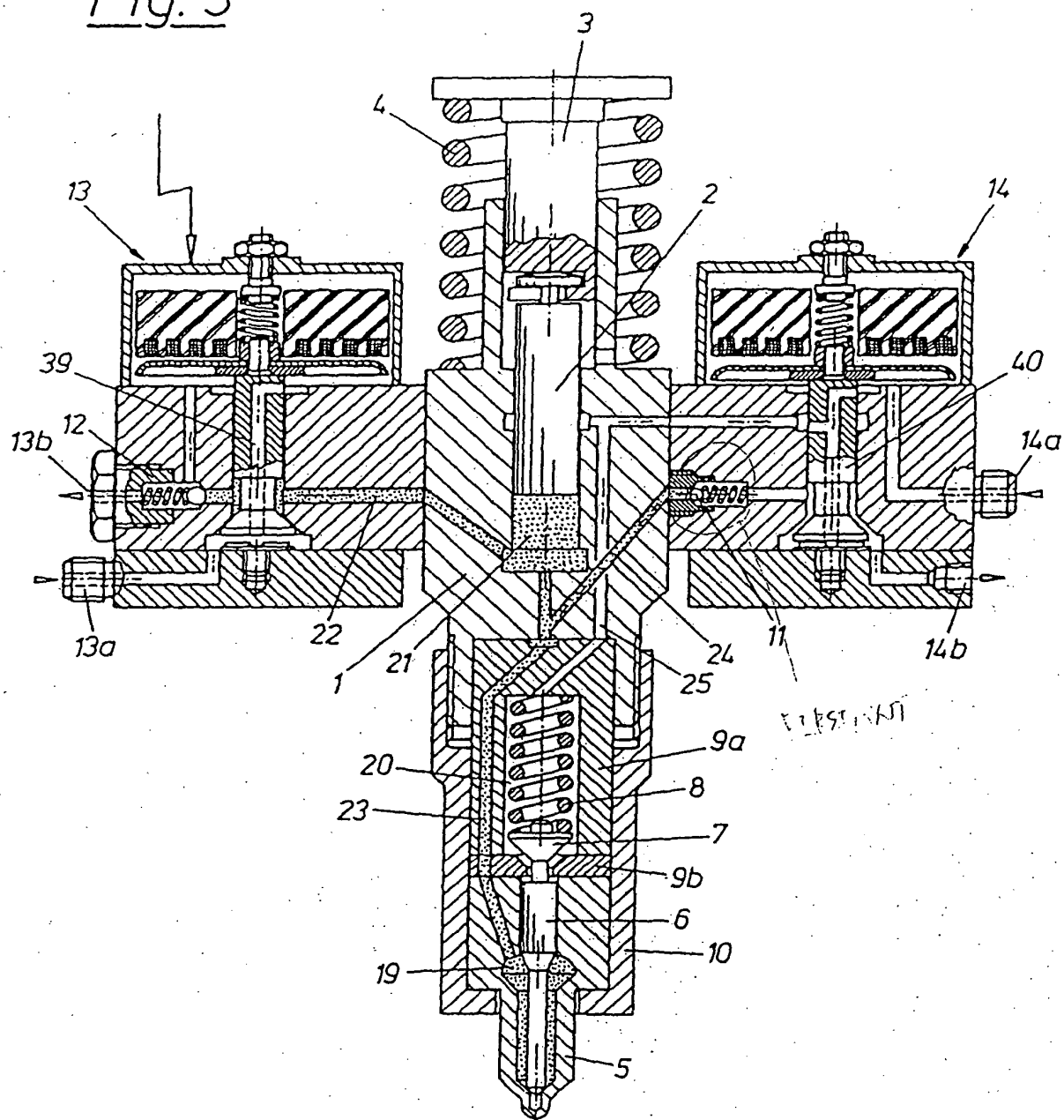


Fig. 4

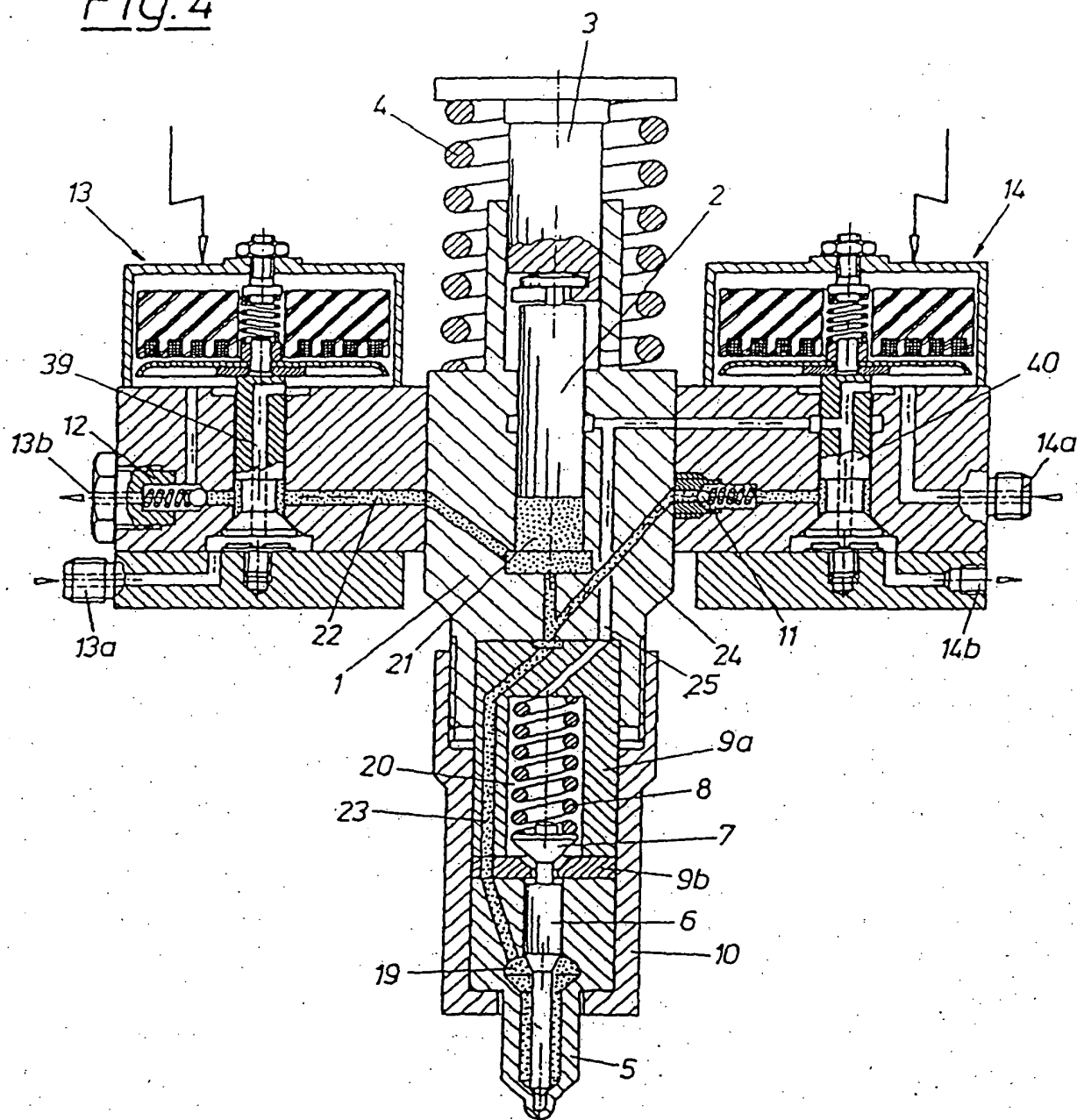


Fig. 5

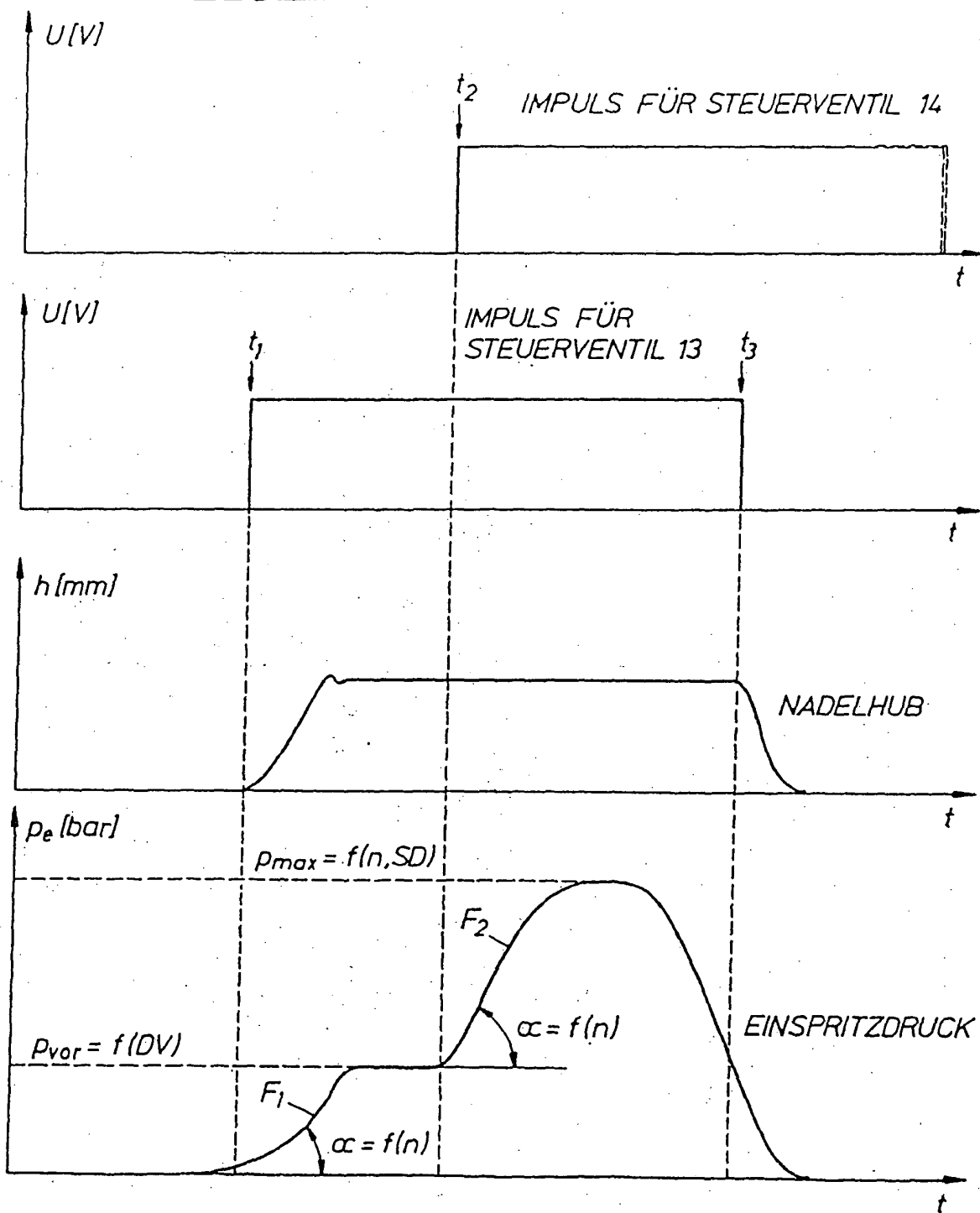


Fig. 6

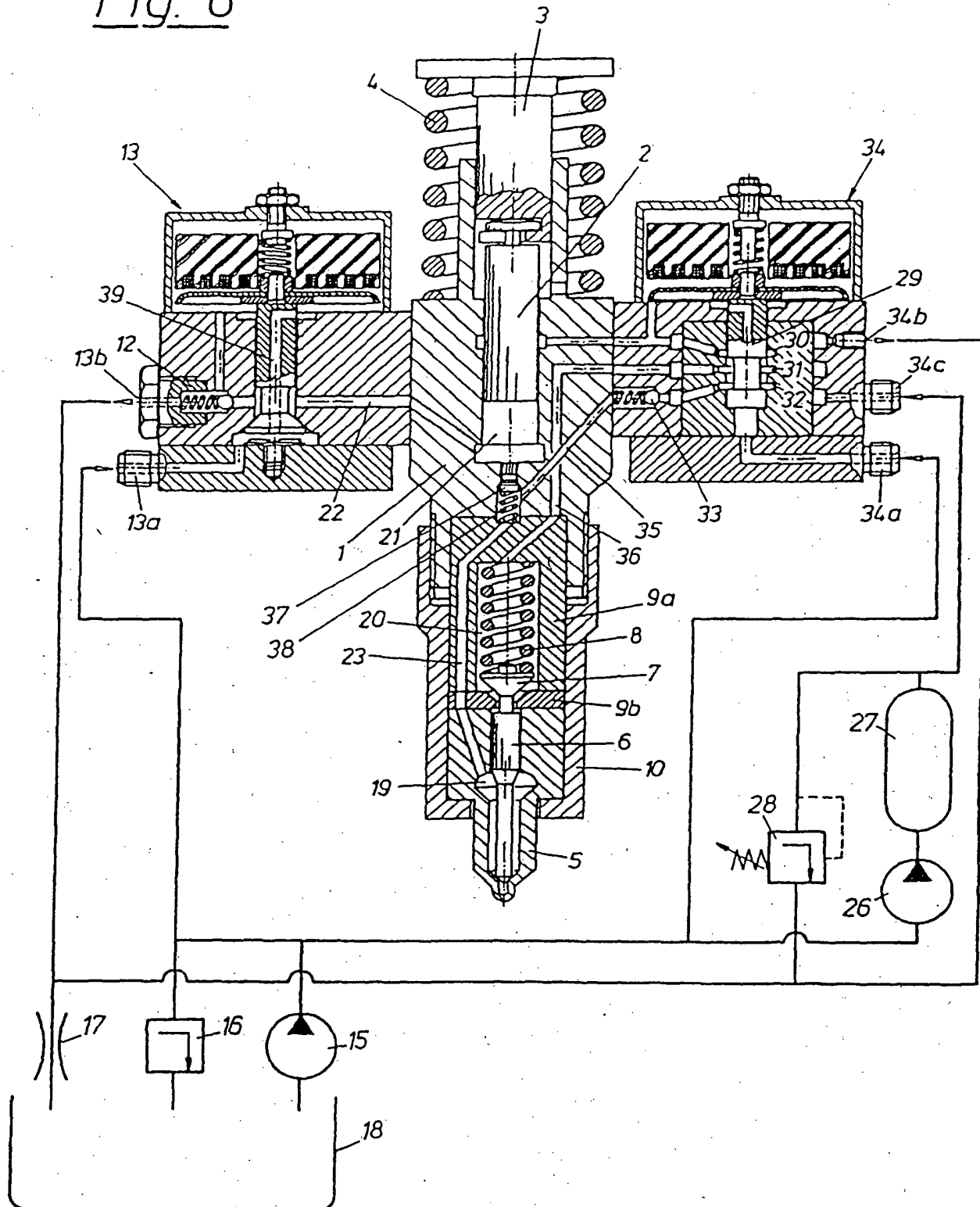




Fig. 8

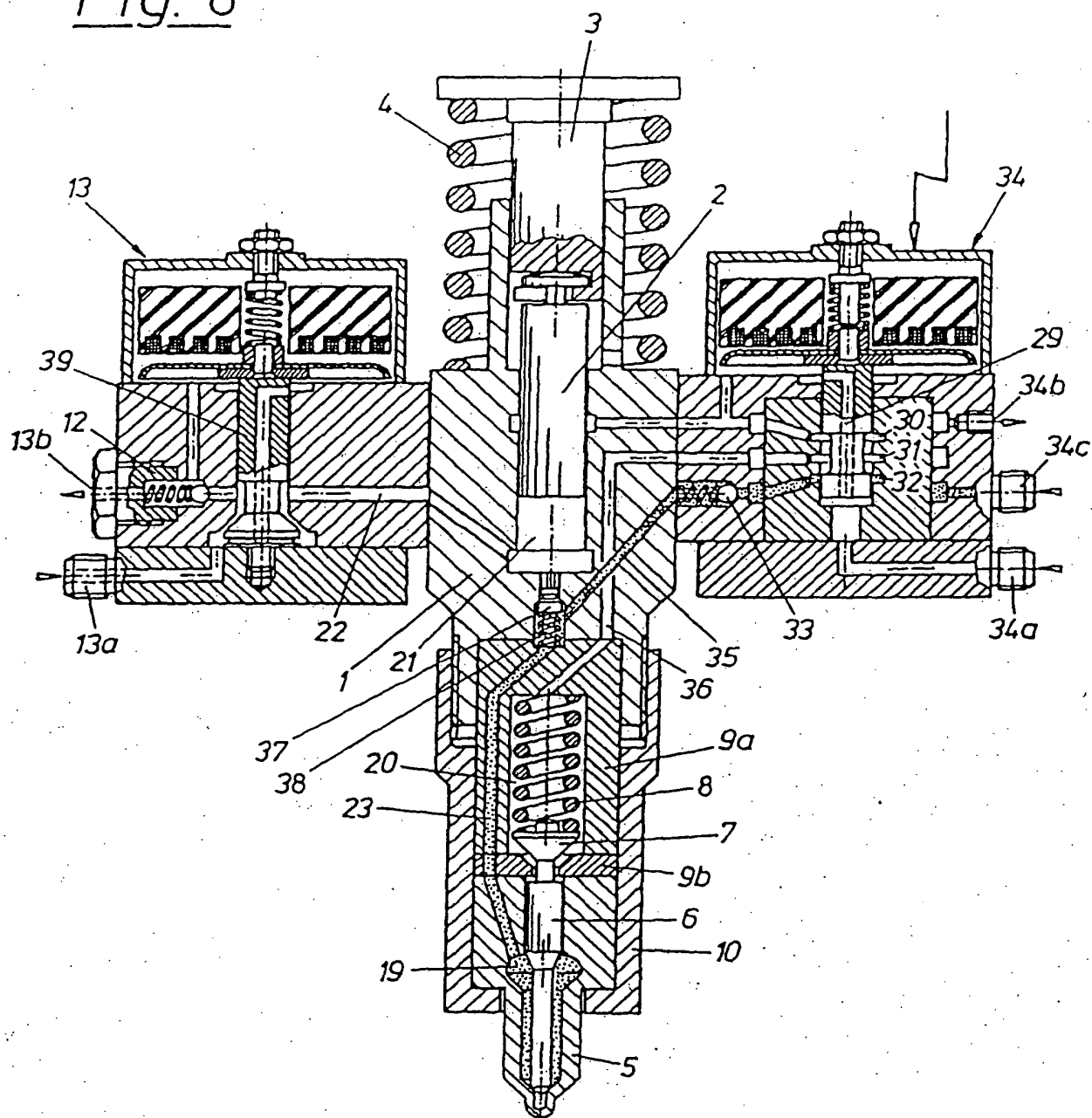


Fig. 9

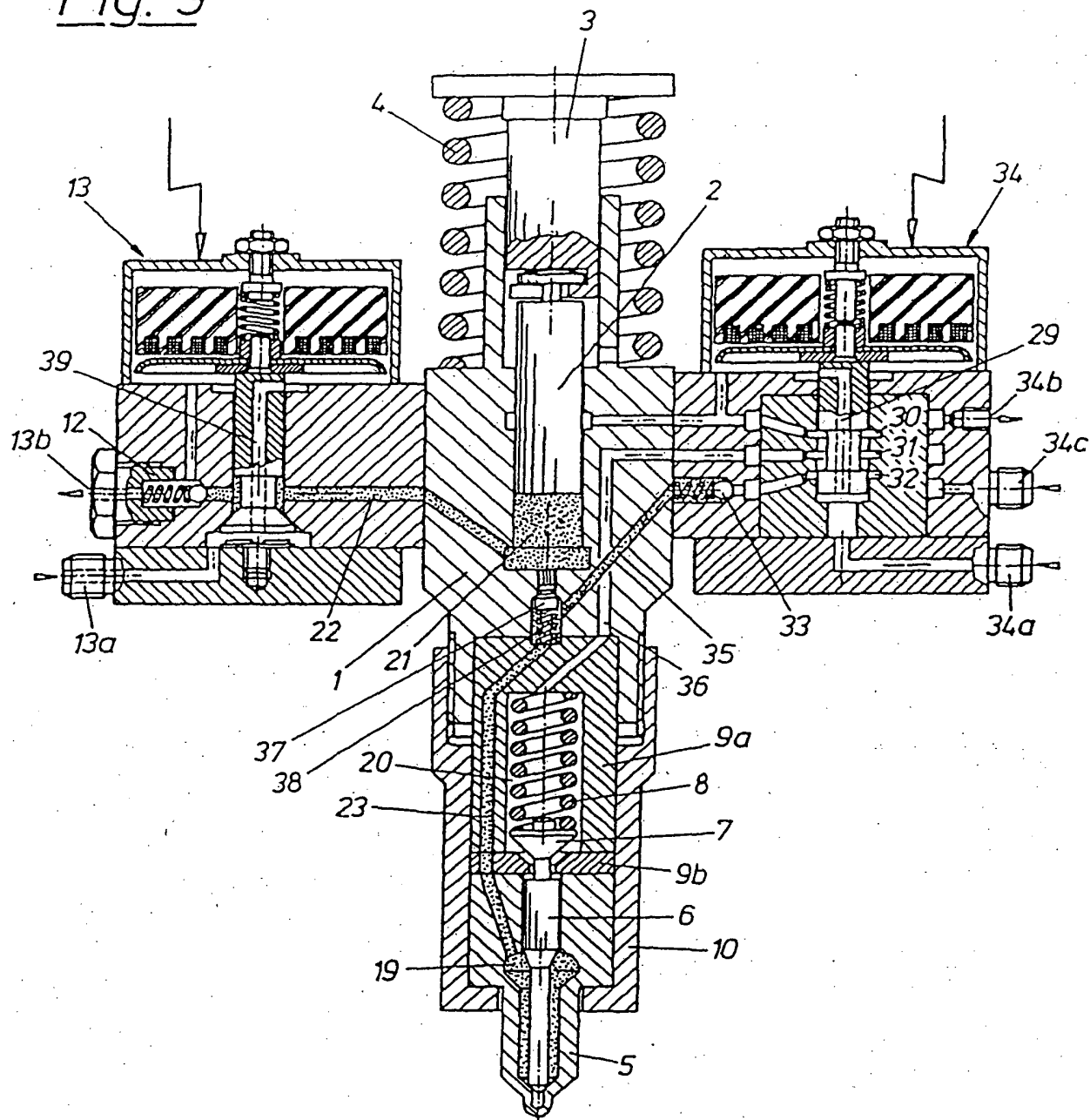


Fig. 10

